

ГИПЕРГЕННЫЙ ПИРИТ В ОТЛОЖЕНИЯХ ТОМСКОГО РАЙОНА

О.М. Янченко

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Томский район располагается в области сочленения крупных геологических структур – Колывань-Томской складчатой зоны, Западно-Сибирской плиты, Кузнецкого прогиба и Кузнецкого Алатау, что определяет особенности её геологического строения и минерогенеза.

Фактическим материалом для проведения исследования морфологии, химического состава, внутреннего строения и термо-эдс пирита послужили пробы, полученные из керна скважин. Проведен сокращенный полуколичественный минералогический анализ шлихов из керновых проб при помощи стереомикроскопа OLYMPUS SZX10, отобраны мономинеральные фракции минерала, определен химический состав монофракций методом ИСП-масс-спектрометрии. На рентгено-флуоресцентном микроскопе HORIBA Scientific XGT-7200 и сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 SBU с ЭДС OXFORD X-Max 50 изучены химический состав и внутренняя структура минералов. Определение термо-эдс пиритов выполнено на установке, смонтированной на бинокулярном микроскопе МБС-10, специально приспособленной для измерения термо-эдс минералов-полупроводников [2]. Изучен пирит из коренных пород – алевролитов и песчаников лагерьносадской и басандайской свит каменноугольного возраста, золотоносных остаточной и переотложенной кор выветривания, отложений современных пойм. Выявлены признаки пирита гипергенного происхождения.

Пириты $\text{Fe}_{1.00}\text{Cu}_{0.00-0.03}\text{S}_{1.39-1.74}$ образуют вкрапленность в алевролитах и песчаниках лагерьносадской и басандайской свит, распространяются вдоль трещин в виде прожилков, ассоциируют с другими сульфидами – пирроотином, арсенопиритом, галенитом, халькопиритом. Форма выделений – кубические и искаженные кубические кристаллы, мелкозернистые скопления, иногда сферические фрамбоиды, в составе присутствуют примеси мышьяка, меди, свинца, никеля, цинка. Пириты обладают электронным либо смешанным типом проводимости с преобладанием электронной составляющей.

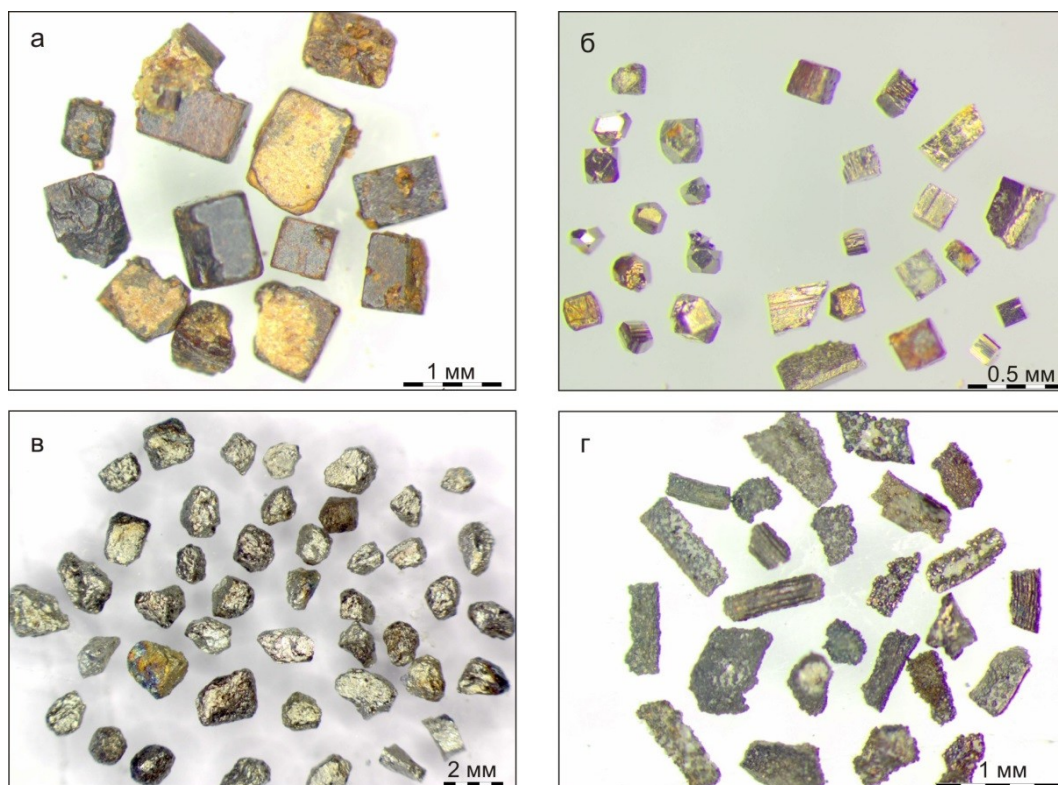


Рис. 1. Морфология кристаллов первичного и новообразованного пирита.

а – псевдоморфное замещение кубических кристаллов первичного пирита гидроокислами железа, б – гипергенный пирит в иде кубических кристаллов-комбинаций куба и октаэдра, куба и пентагондодокаэдра из зоны гидратации остаточной коры выветривания, в – слабоокатанный пирит, г – трубчатый пирит, замещающий органические остатки в отложениях современных пойм

Для пирита остаточной коры выветривания характерна тенденция снижения содержания от значительных концентраций до единичных зёрен в тяжёлой фракции минералов по направлению от зоны дезинтеграции к зоне гидролиза, при этом минерал представлен первичным и новообразованным типами. Первичный пирит кубического габитуса полностью замещён гидроокислами железа (рис. 1 а), в монофракциях минерала в зонах дезинтеграции и

гидратации, содержание золота не превышает десятых долей г/т. Новообразованный гипергенный пирит $\text{Fe}_{1.00}\text{As}_{0.00}\dots 0.12\text{Cu}_{0.00}\dots 0.04\text{Ni}_{0.00}\dots 0.02\text{S}_{1.51}\dots 2.15$ редко содержит примеси мышьяка, никеля, кобальта, меди. От реликтового первичного пирита отличается ассоциацией с гидрослюдами и глинистыми минералами, сложной формой кристаллов (октаэдр, пентагондодэкаэдр, комбинации куба и октаэдра, куба и пентагондодэкаэдра), ступенчатым ростом граней кубических кристаллов, фрамбоидальной формой, размерами десятые – сотые доли мм (рис. 1 б, рис. 2). Характерно в ступенчатых агрегатах кубических кристаллов пирита в виде включений присутствие гексагональных призм апатита и удлиненных чешуек слюды, предполагается их захват при быстром росте кристаллов минерала (рис. 2 а). По результатам химического анализа методом ИСП-масс-спектрометрии содержание золота в мономинеральных фракциях пирита с окисной плёнкой в зоне гидратации остаточной коры выветривания достигает 258 г/т, при этом в пробах с золотиносным пиритом в свободной форме золото не установлено [3]. В зонах гидролиза и дезинтеграции гипергенные пириты обладают дырочной (р) проводимостью, в зоне гидратации – смешанной (р-п) с преобладанием дырочной составляющей.

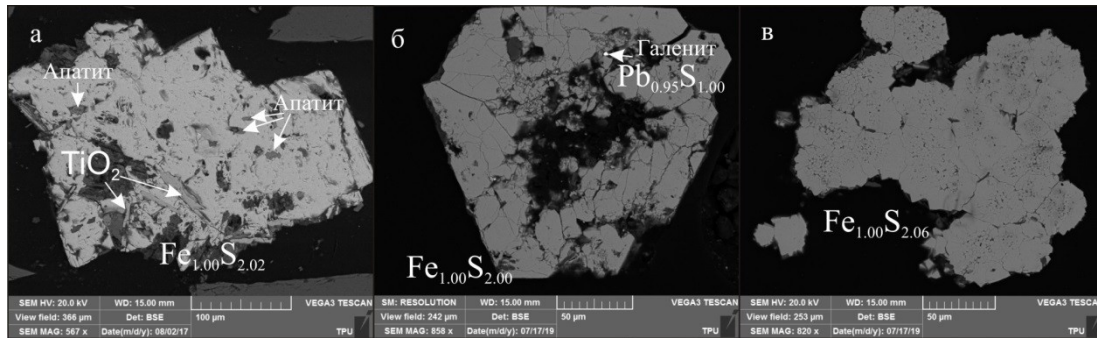


Рис. 2. Внутреннее строение различных видов гипергенного пирита в зоне гидратации остаточной коры выветривания. а – включения апатита, рутила и гидрослюда в пирите кубического габитуса, б – включение галенита в пирите октаэдрического габитуса, в – фрамбоидальный пирит

В переотложенной коре выветривания исходный пирит встречается в виде редких кристаллов кубического габитуса с преимущественным размером 0.2...1 мм, полностью замещённых гидроокислами железа, из примесных элементов часто устанавливается мышьяк. Новообразованный пирит $\text{Fe}_{1.00}\text{As}_{0.00}\dots 0.01\text{S}_{1.51}\dots 2.11$ представлен редкими обломками размерами десятые-сотые доли мм (редко до 0.5 мм), кристаллами кубической, октаэдрической формы, сростками кристаллов, в единичных случаях с поверхности покрытыми окисной плёнкой, в виде включений в минерале присутствуют кристаллы апатита и чешуйки слюды, примесные элементы представлены мышьяком, цинком, медью, свинцом. В этой части разреза коры выветривания присутствуют только дырочные гипергенные пириты, в которых термо-эдс изменяется от 20 до 90 мв при среднем значении 59 мв.

В отложениях современных пойм реликтовый пирит также полностью замещён гидроокислами железа, гипергенный пирит представлен несколькими видами: незначительно корродированными, слабо окатанными зёрнами, по форме близкими к кубу (рис. 1 в) размером до 2.0 мм. $\text{Fe}_{1.00}\text{S}_{1.74}$, с примесями мышьяка, меди, свинца, кобальта, никеля, сурьмы, висмута; не окисленными кристаллами кубической формы $\text{Fe}_{1.00}\text{As}_{0.00}\dots 0.02\text{S}_{1.39}\dots 1.81$ с примесью мышьяка; трубчатыми пиритами (рис. 1 г), предположительно образующими псевдоморфозы по органическому растительным остаткам $\text{Fe}_{1.00}\text{S}_{1.68}\dots 1.77$, содержащими примесь мышьяка. Термо-эдс новообразованных пиритов в данной части разреза характеризуется смешанным типом проводимости с преобладанием дырочного типа, у трубчатых пиритов наблюдается только дырочный тип проводимости.

Таким образом, гипергенный пирит ассоциирует с гидрослюдами и глинистыми минералами, для него характерны сложная форма кристаллов (с преобладанием кубической), размеры десятые – сотые доли мм. Гипергенные пириты различных частей разреза характеризуются преимущественно дырочным либо смешанным типом проводимости с преобладанием дырочной составляющей, первичные не окисленные пириты коренных пород – электронным, либо смешанным типом с преобладанием электронной составляющей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-45-700019).

Литература

1. Булах А.Г. Руководство и таблицы для пересчета формул минералов. – М.: Недра, 1967. – 144 с.
2. Пшеничкин А.Я. Термоэлектрические свойства пиритов и арсенопиритов Бадранского золоторудного месторождения // Эндогенное оруденение в подвижных поясах: Материалы Международной научной конференции. – Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН. – 2007. – С. 152 – 154.
3. Янченко О.М. Минералогические особенности кор выветривания Томь-Яйского междуречья // Новое в познании процессов рудообразования: Сборник материалов восьмой Российской молодёжной научно-практической школы, Москва, 26-30 ноября 2018. – М.: ИГЕМ РАН. – 2018. – С. 426 – 429.